

Determinación de la factibilidad del establecimiento de un laboratorio de Andrología  
Bovino

Juan Carlos Echeverry López

Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Tecnologías  
Maestría en Desarrollo Agroindustrial  
Pereira  
2018

Determinación de la factibilidad del establecimiento de un laboratorio de Andrología  
Bovino

Juan Carlos Echeverry López

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Desarrollo Agroindustrial

Director: Juan Fernando Chica Builes

Médico Veterinario Zootecnista

Especialista en Finanzas

MBA con énfasis en Proyectos

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Tecnologías

Maestría en Desarrollo Agroindustrial

Pereira

2018

## **Resumen**

La ciudad de Pereira, y, por ende, la Universidad Tecnológica de Pereira, se encuentra ubicada en el centro del triángulo de oro que forman las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali. Posee, contando solo el Eje Cafetero y el Valle del Cauca alrededor de 1.000.000 de bovinos. Se ha comprobado que los toros presentan problemas de fertilidad debido principalmente al estrés calórico, la edad, la genética y los producidos por su desempeño con las hembras bovinas entre otros. Se recomienda a nivel internacional, estar practicando exámenes de calidad seminal a los toros para mejorar el porcentaje de natalidad y aumentar los ingresos de los ganaderos. El objetivo de este trabajo fue determinar la factibilidad de un laboratorio de andrología bovino, el cual tenga la capacidad de realizar pruebas de fertilidad a los toros, coleccionar semen y criopreservarlo para uso en inseminación artificial y determinar la calidad de las pajillas con las que los ganaderos trabajan. Se realizó un estudio de mercado en los municipios de Risaralda y la conclusión fue que la prueba más solicitada para realizar, es la de fertilidad en toros. Con respecto a la normatividad colombiana se deben seguir tres pasos que son: el registro, el reconocimiento y la acreditación. El registro es básicamente la inscripción ante el I.C.A. y está contemplado en la Resolución 001599 del 2007; este es el paso indispensable para su funcionamiento. El reconocimiento y acreditación requieren un proceso más largo y básicamente buscan mejorar la calidad de los servicios prestados. Después de realizar el análisis económico, se demostró que es un proyecto inviable al dar una TIR negativa (-23 %). Se realizó una simulación donde muchos de los costos eran asumidos por una entidad patrocinadora. Bajo estas condiciones, el laboratorio generó una TIR positiva (22 %). La conclusión es que se

requiere ayuda del Estado o de un gremio para poder generar un impacto positivo en la eficiencia ganadera para poder competir a nivel internacional.

**Palabras clave:** Calidad seminal, fertilidad, inseminación artificial, reproducción.

## **Abstract**

The city of Pereira, and therefore, the Technological University of Pereira, is located in the center of the golden triangle formed by the cities of Bogotá, Medellín and Cali. It has counting only the Coffee Region and the Valle del Cauca around 1,000,000 cattle. It has been proven that bulls have fertility problems due mainly to heat stress, age, genetics and those produced by their performance with bovine females, among others. It is recommended internationally, to be practicing seminal quality exams to the bulls to improve the birth rate and increase the income of the ranchers. The objective of this work was to determine the feasibility of a bovine andrology laboratory, which has the capacity to perform fertility tests on the bulls, collect semen and cryopreserve it for use in artificial insemination and determine the quality of the straws with which ranchers work. A market study was conducted in the municipalities of Risaralda and the conclusion is that the most important test to perform is that of fertility in bulls. With regard to Colombian regulations, three steps must be followed: registration, recognition and accreditation.

The registration is basically the registration before the I.C.A. and is contemplated in Resolution 001599 of 2007. This is the necessary step for its operation. Recognition and accreditation require a longer process and basically seek to improve the quality of the services provided. After carrying out the economic analysis, it was shown that it is a nonviable project when giving a negative IRR (-23%). A simulation was carried out where many of the costs were assumed by a sponsoring entity. Under these conditions, the laboratory generated a positive TIR (22%). The conclusion is that it requires the help of the

State or a guild in order to generate a positive impact on livestock efficiency in order to compete internationally.

**Key words:** Seminal quality, fertility, artificial insemination, reproduction.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado 1

---

Firma del jurado 2

Para constancia firmamos en la ciudad de Pereira hoy Septiembre 6 de 2018

## **Agradecimientos**

A mi familia por su apoyo y sacrificios

A mi Director Juan Fernando Chica Builes por su gran apoyo, paciencia, consejos e importantes comentarios en la realización de este trabajo de grado.

A los estudiantes del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Tecnológica de Pereira que me ayudaron en la realización de la encuesta.



## Tabla de contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	13
1. Planteamiento del Problema.....	15
2. Justificación.....	17
3. Objetivos .....	20
3.1 Objetivo general.....	20
3.2 Objetivos específicos .....	20
4. Marco conceptual .....	21
5. Metodología .....	24
6. Resultados y discusión .....	26
7. Conclusiones .....	64
8. Recomendaciones.....	65
9. Bibliografía.....	66

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Inventario ganadero regional 2016. I.C.A.</i> .....	17
Tabla 2. <i>Instrumento diseñado para diagnosticar la necesidad de los ganaderos de Risaralda para el establecimiento de un laboratorio de Andrología Bovino.</i> .....	26
Tabla 3. <i>Tabla de frecuencia para municipio.</i> .....	27
Tabla 4. <i>Tabla de frecuencia para Reproducción</i> .....	28
Tabla 5. <i>Tabla de frecuencia para duda sobre la fertilidad del toro.</i> .....	29
Tabla 6. <i>Tabla de frecuencia para realización de prueba de fertilidad</i> .....	30
Tabla 7. <i>Pruebas de fertilidad en toros.</i> .....	31
Tabla 8. <i>Calidad de pajillas.</i> .....	32
Tabla 9. <i>Tabla de frecuencia para congelación de semen.</i> .....	34
Tabla 10. <i>Contribuciones de categoría</i> .....	35
Tabla 11. <i>Inversión inicial</i> .....	49
Tabla 12. <i>Presentación y costo de los insumos.</i> .....	50
Tabla 13. <i>Costo insumo Año 1 a Año 5</i> .....	51
Tabla 14. <i>Costo insumo Año 6 a Año 10</i> .....	52
Tabla 15. <i>Salario base</i> .....	52
Tabla 16. <i>Mano de obra directa Año 1 a Año 5</i> .....	53
Tabla 17. <i>Mano de obra directa Año 6 a Año 10</i> .....	53
Tabla 18. <i>Costos indirectos Año 1 a Año 5</i> .....	54
Tabla 19. <i>Costos indirectos Año 6 a Año 10</i> .....	55
Tabla 20. <i>Costos totales</i> .....	56
Tabla 21. <i>Ingresos por servicios Año 1 a Año 5</i> .....	56
Tabla 22. <i>Ingresos por servicios Año 6 a Año 10</i> .....	57
Tabla 23. <i>Flujo de caja</i> .....	58
Tabla 24. <i>Simulación costos indirectos Año 1 a Año 5</i> .....	60
Tabla 25. <i>Simulación costos indirectos Año 6 a Año 10</i> .....	60
Tabla 26. <i>Simulación costos totales.</i> .....	61
Tabla 27. <i>Simulación flujo neto de efectivo</i> .....	62

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Participación municipios en la encuesta.....	27
<i>Figura 2.</i> Participación de los tipos de reproducción en las ganaderías de Risaralda .....	28
<i>Figura 3.</i> Duda sobre efectividad del toro en la monta natural. ....	30
<i>Figura 4.</i> Pruebas de fertilidad realizadas a los toros.....	31
<i>Figura 5.</i> Prueba de fertilidad en toros. ....	32
<i>Figura 6.</i> Calidad de pajillas. ....	33
<i>Figura 7.</i> Diagrama de sectores de congelación de semen.....	34
<i>Figura 8.</i> Gráfico de sedimentación. ....	35
<i>Figura 9.</i> Mapa de correspondencias .....	37

## Lista de Anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. <i>Certificado de Cámara de Comercio de Pereira que reporta la no existencia de un laboratorio de Andrología Bovino.</i> .....	69
Anexo 2. <i>Encuesta</i> .....	70
Anexo 3. <i>Certificado de fertilidad en toros (Elaboración propia).</i> .....	71
Anexo 4. <i>Certificado de congelación de semen (Elaboración propia).</i> .....	72
Anexo 5. <i>Certificado de evaluación de semen congelado (Elaboración propia).</i> .....	73

## **Introducción**

La Andrología es la parte de la medicina que se encarga de estudiar las enfermedades propias del sexo masculino y especialmente las que afectan la reproducción (Real academia de la lengua española, 2018). Su importancia en la Zootecnia radica en su impacto en el mantenimiento y crecimiento de los diferentes hatos. Cuando existen problemas reproductivos los parámetros caen y se presentan pérdidas económicas (Marquez, 2010). Un laboratorio de Andrología Bovina, estaría en la capacidad de detectar alteraciones en la fisiología normal del aparato reproductor del macho.

Básicamente puede prestar tres tipos de servicios:

- Pruebas de fertilidad a toros
- Chequeo de pajillas de inseminación artificial
- Congelación de semen

Las pruebas de fertilidad sirven para evaluar los toros en su actitud reproductiva y en su calidad seminal.

Parte de la biotecnología reproductiva se basa en la inseminación artificial que consiste en lograr la preñez de una hembra sin la acción directa del macho. El semen se colecta del toro y se congela en nitrógeno líquido para su posterior uso en hembras en celo. Aquí, un laboratorio de andrología veterinaria puede apoyar a los ganaderos en la

determinación de la calidad del semen congelado que quiere utilizar y además, puede prestar el servicio de criopreservación del mismo.

No existe en la ciudad de Pereira un laboratorio con la capacidad de realizar estas pruebas (Anexo 1). El presente trabajo busca determinar la factibilidad de un laboratorio de Andrología Bovino en la ciudad de Pereira.

## **1. Planteamiento del Problema**

El efecto de la calidad del semen sobre la eficiencia reproductiva del ganado ha sido muy bien documentado, pero medianamente entendido. Después de 60 años de estudios, la diferencia entre toros presenta variaciones por encima del 50-60 % en cuanto a la fertilidad del semen (Dejarnette, 2005).

Una gestación exitosa es la participación de la fertilidad tanto de macho como de hembra. La relación entre machos y hembras servidas tanto en monta natural como con inseminación artificial, hace que el macho deba ser chequeado en cuanto a su capacidad reproductiva. En un estudio realizado en 206.683 vacas lactantes, toros con más de 100 servicios tuvieron una rata de preñez del 66 %. En el mismo estudio y con inseminación artificial, los técnicos inseminadores con más de 100 servicios, tuvieron una rata de preñez del 35 %. Esta baja relación de preñeces sugiere que se deben realizar trabajos para mejorar este desempeño (Berry, Evans, & Mc Parland, 2011).

Adicionalmente, el aumento en la producción de leche y carne debido al mejoramiento genético y a las mejoras en el manejo, ha llevado a que la fertilidad de estos animales disminuya, obligando a que se incluyan programas de diferente índole con el fin de mejorar la relación de los servicios por concepción (Berry, Friggens, Lucy, & Roche, 2015).

Es poco frecuente que a los toros se les haga un chequeo de calidad seminal. Esto lleva a bajas tasas de preñez principalmente debido a toros que sufren de estrés calórico

principalmente en razas europeas como la holstein, épocas de apareamiento, causas genéticas o toros de avanzada edad (Al-Kanaan, König, & Brügemann, 2015) (Balić, Milinković-Tur, Samardžija, & Vince, 2012) (Christians, King, Rogowska, & Hessels, 2015) (Ellis, Rupp, Chenoweth, Cundiff, & Lunstra, 2005).

En muchas ocasiones las ganaderías poseen toros a los cuales les quisieran conservar semen ya para uso en su propio ható como para el mercadeo. Cuando el ganadero desea realizar este procedimiento, no hay en la zona profesionales dedicados a tal tarea. En la mayoría de los casos vienen de Bogotá o Medellín y trabajan en laboratorios no acreditados o inclusive en sus propias casas, pero representan la única opción para los ganaderos. No hay en la zona del Eje Cafetero y Valle del Cauca un laboratorio acreditado en andrología capaz de evaluar calidad seminal tanto de semen fresco como congelado, lo mismo que de un adecuado sistema para congelar pajillas.



## 2. Justificación

La región del Eje Cafetero y Valle del Cauca, zona sobre las que tiene influencia la Universidad Tecnológica de Pereira, posee una importante presencia ganadera tanto de leche como de carne como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. *Inventario ganadero regional 2016. I.C.A.(FEDEGAN, 2016)*  
<http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-bovino-nacional>

Departamento	Total Bovinos
Caldas	370.345
Quindío	81.788
Risaralda	109.117
Valle	459.596
<b>Total</b>	<b>1.020.846</b>

La calidad del semen colectado y congelado, varía según el estado de fertilidad del toro, lo que obliga a realizar exámenes de la calidad seminal de alto nivel para obtener pajillas de excelente calidad (Al Naib, Hanrahan, Lonergan, & Fair, 2011) (Attia, Katila, & Andersson, 2015).

Igualmente, cuando se desea vender un toro, es seguridad para el vendedor y garantía para el comprador, cuando la venta de este toro viene acompañada de un certificado de fertilidad. Certificado que es obligatorio cuando se desean exhibir animales en exposiciones a nivel nacional. Por ejemplo, para la Asociación Colombiana de Criadores de ganado Simmental, Simbrah, Simmcebú y sus Cruces la reglamentación vigente es la siguiente:

“Artículo 6. ESTADO REPRODUCTIVO MACHOS: Para los machos Simmental mayores de dieciséis (16) meses y machos Simbrah mayores de dieciocho (18) meses debe presentarse el certificado de fertilidad expedido por un Médico Veterinario avalado por ASOSIMMENTAL con vigencia inferior a 90 días calendario. El expositor debe presentar las certificaciones exigidas, al momento del pesaje de los animales. Sin estos requisitos, los ejemplares no podrán salir a la pista.”(Junta Directiva de la Asociación Colombiana de Criadores de ganado Simmental, Simbrah, 2012).

La misma norma aplica para todas las razas, variando únicamente la edad de los animales.

Un laboratorio de andrología estaría en capacidad de coleccionar semen de toros y empacarlo en pajillas para su conservación, evaluar semen congelado y hacer pruebas de fertilidad. No existe en la región del Eje Cafetero y Valle del Cauca un laboratorio especializado que pueda realizar estas pruebas.

Se debe tener en cuenta que hay profesionales dedicados a realizar algunos exámenes reproductivos, pero no cuentan con el laboratorio adecuado y muchas de estas pruebas son incompletas, lo que va a aportar a los ganaderos unos resultados poco confiables. En algunos casos son profesionales que vienen de Bogotá o Medellín lo que incrementa los costos debido al transporte.

Cuando se congela semen a toros, se utilizan métodos prácticos que pueden generar pérdidas a largo plazo. Un laboratorio sella las pajillas de una manera adecuada, mientras

que ante la ausencia del laboratorio, el sellado provoca que muchas veces estas pajillas exploten en la mano del inseminador en el momento del descongelado.

También se observa que los ganaderos que tienen bajos resultados en sus programas de inseminación artificial, han tenido problemas con los termos y el mantenimiento correcto de los niveles del nitrógeno líquido. Por este motivo, utilizan pajillas en sus programas que ya han perdido su utilidad debido a que los espermatozoides están muertos. El laboratorio de andrología podrá revisar cualquier termo y analizar sus pajillas para comprobar su viabilidad.

Se tiene en cuenta que la presencia de diferentes pisos térmicos afecta la calidad de los eyaculados y el laboratorio de andrología podrá realizar trabajos de investigación inherentes al tema.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar la factibilidad del establecimiento de un laboratorio de andrología bovino en la ciudad de Pereira.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Determinar la necesidad de los ganaderos de Risaralda para el establecimiento de un laboratorio de andrología bovino.

Analizar la normatividad colombiana necesaria para el registro, reconocimiento y acreditación de un laboratorio de andrología bovino.

Realizar un análisis económico sobre el funcionamiento de un laboratorio de andrología bovino.

#### **4. Marco conceptual**

La fertilidad tiene muchos factores que dependen de machos y hembras para que esta sea exitosa. Las hembras deben producir un óvulo y los machos espermatozoides. Aunque los dos aportan de igual manera, es más importante el macho debido a la relación entre machos y hembras. A nivel bovino se trabajan los toros con grupos de 15 a 35 hembras. Lo que nos lleva a tener especial cuidado con la fertilidad de estos. Los toros deben ser revisados antes de entrar a trabajar con sus respectivos lotes. La estimación de la fertilidad nos va a dar resultados económicos a corto plazo (Foote, 2003).

Algunos autores sugieren que los toros deben ser revisados anualmente, incluyendo en este análisis la calidad seminal. Se considera que un 15-20 % de los toros evaluados tienen problemas de esterilidad, infertilidad y subfertilidad. Estos toros van a afectar la fertilidad general de los hatos (Narbaitz, 2011).

Aunque se trabaja en un ambiente tropical, algunos ganaderos utilizan *Bos taurus*, los cuales no se adaptan fácilmente a las altas temperaturas que tiene el trópico en las zonas bajas. Con mayor razón estos toros se deben revisar con frecuencia. Estudios han mostrado que en épocas del año de mayor calor se ven afectados el número de espermatozoides vivos, la concentración, la motilidad y el número de anomalías (Hidalgo, Tamargo, & Diez, 2005).

También se extrae semen para procesos de congelación. Para este caso, se requiere semen de excelente calidad. La fertilidad de los toros debe ser evaluada por medio de exámenes andrológicos y evaluación de la calidad seminal (Attia et al., 2015).

Existen numerosos procedimientos y equipos que se utilizan en los laboratorios de andrología tales como contadores manuales, espectrofotómetros, nucleocounter, citómetros de flujo y sistemas como el CASA (Brito et al., 2016).

El sistema CASA (por sus siglas en inglés computer-assisted sperm analysis), tiene la capacidad de capturar la imagen de un microscopio y con un software especializado, realizar un análisis del semen. La mayoría de los laboratorios que procesan semen, poseen el sistema CASA para sus análisis. Este sistema puede automáticamente tomar múltiples campos y tomar imágenes de 500 a más de 2.000 espermatozoides, a una velocidad de 50 a 60 campos por segundo. Esta información puede ser almacenada y aporta información de cada espermatozoide y de la población. La información que nos da este sistema es necesaria para evaluar la calidad del semen (Amann & Waberski, 2014)(Elsayed, El-Sherry, & Abdelgawad, 2015).

La combinación de exámenes físicos (como circunferencia escrotal) y exámenes de laboratorio para revisar el semen, nos permite seleccionar toros con alta fertilidad que aumentará los ingresos de los ganaderos y nos va a permitir entender factores que nos afectan la reproducción de las ganaderías (Chenoweth & McPherson, 2016).

Con respecto a los chequeos de fertilidad a toros, trabajos hechos en Colombia han mostrado que no hay diferencia en la calidad del semen en diferentes razas, pero han sido realizados en la misma zona (Urabá Antioqueño). Hay mucho por investigar analizando resultados en los diferentes pisos climáticos, como lo muestran estudios hechos en Venezuela donde hubo variaciones significativas dependiendo de la época del año (Vélez-Castañeda, Vergara-Garay, & Oscar, 2014) (Valle, Fuentes, & Puerta, 2005).

Adicionalmente, hay numerosos factores de origen infeccioso como no infeccioso que afectan la calidad del semen. Los análisis de semen nos permiten tomar las medidas correctivas para detectar a tiempo y solucionar los problemas (Marquez, 2010).

Para la implementación de un laboratorio de andrología bovino, se debe tener en cuenta la normatividad colombiana. Se debe registrar el laboratorio ante el ICA. Esto está establecido en la Resolución 001599 del 2007 (ICA, 2007). Luego debe procederse a su reconocimiento por medio de la Resolución 003823 del 2013 (ICA, 2013). Este reconocimiento es importante porque permite al laboratorio participar en cualquier tipo de convocatoria y acceder a recursos de diferente índole.

Después viene el proceso de acreditación en alta calidad. Está definida por la Norma NTC-ISO/IEC-17025:2005. En esta norma están todos los requisitos que debe cumplir un laboratorio para garantizar una alta calidad del servicio (Icontec, 2005).

## 5. Metodología

Se realizó una encuesta entre los ganaderos de Risaralda para determinar la necesidad en ellos de la presencia de un laboratorio de andrología bovino. Se tuvo en cuenta tanto a los ganaderos que utilizan la inseminación artificial como a los que emplean la monta natural.

El diseño de la encuesta tuvo preguntas de respuesta múltiple y la población para dicha encuesta fue de 3790 hatos presentes en Risaralda según el censo agropecuario del 2015 (FEDEGAN, 2015).

Para definir el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula (<http://www.datakey.galeon.com/muestra.html>):

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2 \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

n: Muestra

N: Población

p: Casos de interés

q: Casos de no interés



Cuando se empieza un trabajo, los valores de  $p$  y  $q$  son 0,5 para cada uno. La suma de  $p$  y  $q$  debe ser 1.

e: Error

Z: Nivel de confianza

Se utilizó para la fórmula un nivel de confiabilidad del 95 % y un error estadístico del 5 %.

La muestra a encuestar es de 349 ganaderos en Risaralda. Sin embargo, como se tuvo en cuenta la proporción de los hatos por cada municipio, estos se aproximaron y el número total de encuestas definitivo fue de 356.

El análisis de los resultados se realizó por medio de estadística descriptiva, análisis multivariado (correspondencias múltiples) y análisis de conglomerados. Se utilizó el software Statgraphics.

Se realizó consulta en fuentes como páginas web para buscar normatividad de Asociaciones y entidades del estado, buscando la legalidad del funcionamiento del laboratorio de andrología bovino.

Se hizo el análisis financiero del proyecto para lo cual se tuvieron en cuenta la inversión inicial, los insumos, la mano de obra necesaria, los costos indirectos y otros factores que nos permitieran proyectar flujos de caja para estimar la viabilidad financiera del laboratorio de andrología bovino.

## 6. Resultados y discusión

### **Analizar la necesidad de los ganaderos de Risaralda para el establecimiento de un laboratorio de andrología bovino.**

Para determinar si hay necesidad de los ganaderos de un laboratorio de andrología bovino, se realizó un estudio de mercado por medio de una encuesta que fue realizada personalmente por el investigador y por alumnos del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Tecnológica de Pereira a ganaderos de los municipios del departamento de Risaralda.

#### Ficha Técnica de la Encuesta

*Tabla 2. Instrumento diseñado para diagnosticar la necesidad de los ganaderos de Risaralda para el establecimiento de un laboratorio de Andrología Bovino.*

Detalle	Responsable
Realizado por:	Juan Carlos Echeverry López Estudiante Maestría en Desarrollo Agroindustrial Universidad Tecnológica de Pereira Estudiantes del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Tecnológica de Pereira
Grupo objetivo:	Ganaderos de los municipios del departamento de Risaralda
Tamaño de la muestra:	356 ganaderos
Técnica de recolección de datos:	Cuestionario de respuesta múltiple
Tema o temas a los que se refiere:	Sistema de reproducción bovina utilizado en la hacienda
Preguntas que se formularon:	Anexo 2
Fecha de realización del trabajo de campo:	Abril a Octubre de 2017
Validación del instrumento Diseñado	Se revisó el cuestionario y muestra por el Dr. Luis Miguel Mejía Giraldo. Docente Maestría en Desarrollo Agroindustrial de la Universidad Tecnológica de Pereira

Fuente: Elaboración propia

## Análisis descriptivos

La Tabla 3 muestra el número de encuestas realizadas con sus respectivos porcentajes y estadísticas acumuladas.

Tabla 3. *Tabla de frecuencia para municipio.*

<i>Clase</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. acum.</i>
<b>1</b>	Apia	21	0,0590	21	0,0590
<b>2</b>	Balboa	14	0,0393	35	0,0983
<b>3</b>	Belén de Umbría	18	0,0506	53	0,1489
<b>4</b>	Dosquebradas	18	0,0506	71	0,1994
<b>5</b>	Guática	22	0,0618	93	0,2612
<b>6</b>	La Celia	8	0,0225	101	0,2837
<b>7</b>	La Virginia	8	0,0225	109	0,3062
<b>8</b>	Marsella	21	0,0590	130	0,3652
<b>9</b>	Mistrató	18	0,0506	148	0,4157
<b>10</b>	Pereira	86	0,2416	234	0,6573
<b>11</b>	Pueblo Rico	30	0,0843	264	0,7416
<b>12</b>	Quinchía	27	0,0758	291	0,8174
<b>13</b>	Santa Rosa de Cabal	50	0,1404	341	0,9579
<b>14</b>	Santuario	15	0,0421	356	1,0000

La participación de cada municipio está representada en el siguiente diagrama de barras (Figura 1). Se observa una participación proporcional al tamaño del municipio siendo Pereira la de mayor participación y La Celia y La Virginia las de menor tamaño.

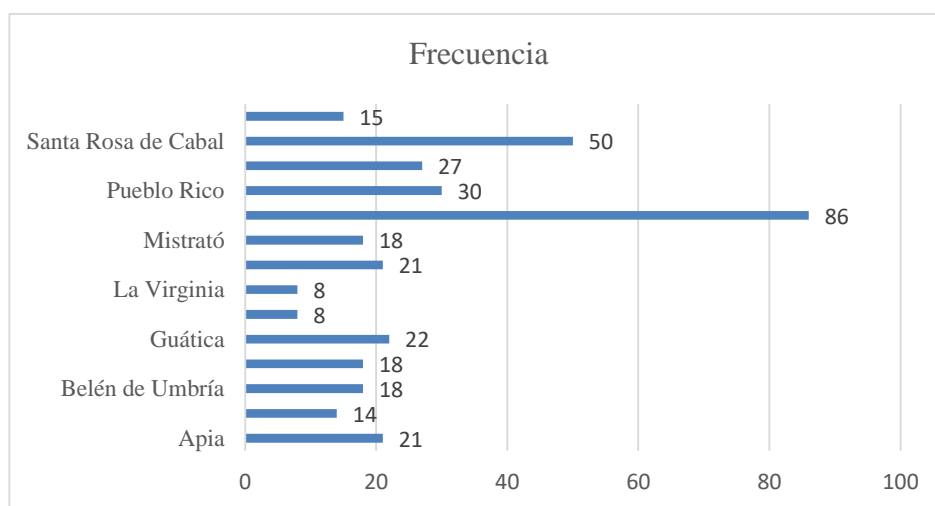


Figura 1. Participación municipios en la encuesta

Existen dos opciones con las cuales manejan los ganaderos la reproducción en sus haciendas. Una es la monta natural y la otra es el uso de biotecnología por medio de la inseminación artificial. También en algunas fincas se utilizan las dos técnicas donde solo se inseminan algunos animales y para otros se usa la monta natural. La tabla 4 ilustra porcentualmente el uso de estas técnicas en las haciendas de Risaralda.

Tabla 4. *Tabla de frecuencia para Reproducción*

<i>Clase</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. acum.</i>
1	Ambas	67	0,1882	67	0,1882
2	Inseminación Artificial	44	0,1236	111	0,3118
3	Monta Natural	245	0,6882	356	1,0000

Es llamativo en esta tabla que existe un 12 % de ganaderos que dependen únicamente de la inseminación artificial. Este mecanismo lo utiliza en general un 31 %. El 69 % utiliza solamente la monta natural, lo que lleva a un poco o nulo mejoramiento genético.

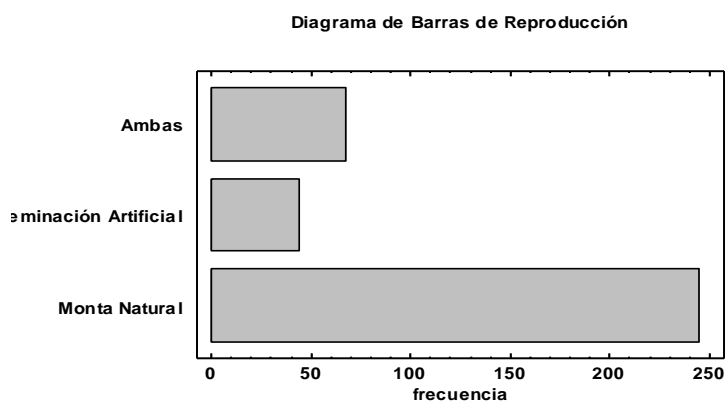


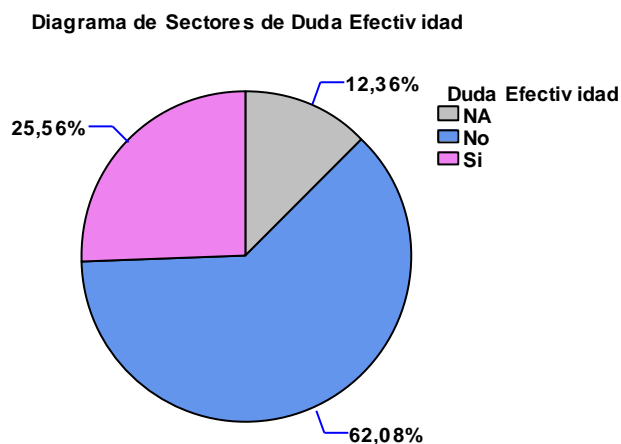
Figura 2. Participación de los tipos de reproducción en las ganaderías de Risaralda.

La Figura 2 marca una tendencia mayor al uso de la monta natural. El uso de la inseminación artificial como mecanismo de mejoramiento genético todavía es incipiente.

En la ganadería bovina, un solo toro puede servir, normalmente, grupos de 20 vacas, incluso hasta 35 dependiendo de otros factores. Dichas hembras se chequean periódicamente para determinar si están preñadas o no. Si alguna de ellas presenta preñez, el ganadero puede pensar que el toro es fértil, pero esto es engañoso pues un toro subfétil puede generar algunas preñeces, pero no las suficientes para mantener altos índices reproductivos en el hato. A la pregunta sobre si dudan de la efectividad del toro, un 25 % respondió afirmativamente. Tabla 5.

Tabla 5. *Tabla de frecuencia para duda sobre la fertilidad del toro.*

<i>Clase</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. acum.</i>
1	NA	44	0,1236	44	0,12360
2	No	221	0,6208	265	0,74440
3	Si	91	0,2556	356	1,00000



*Figura 3. Duda sobre efectividad del toro en la monta natural.*

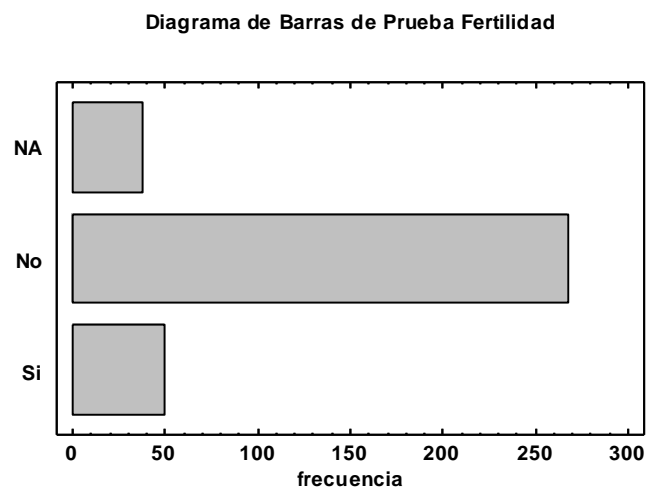
Aunque un 62 % no duda de la efectividad del toro (Figura 3), los ganaderos no detectan los problemas antes mencionados de subfertilidad.

La recomendación técnica es que todos los toros deben tener un chequeo de fertilidad una vez al año. El 75 % de los ganaderos en Risaralda no realizan esta prueba debido a que el ganadero no duda de la efectividad del toro (Tabla 6).

*Tabla 6. Tabla de frecuencia para realización de prueba de fertilidad*

<i>Clase</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. acum.</i>
1	NA	38	0,1067	38	0,10670
2	No	268	0,7528	306	0,85960
3	Si	50	0,1404	356	1,00000

Los ganaderos no tienen el concepto del chequeo reproductivo anual para los toros. Se visualiza mejor en la Figura 4.



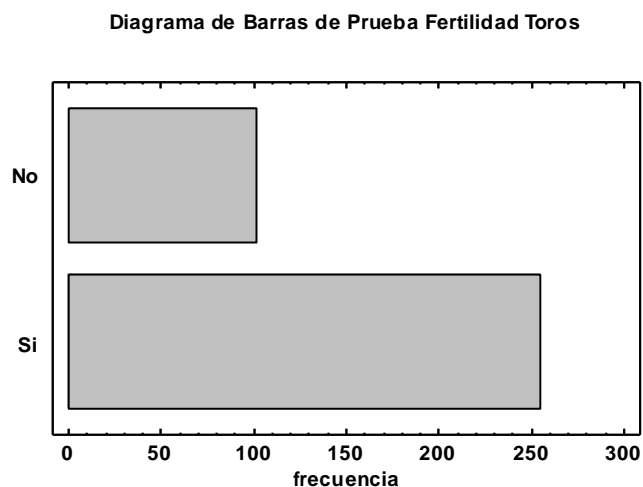
*Figura 4.* Pruebas de fertilidad realizadas a los toros.

A la pregunta en la encuesta sobre el interés en un laboratorio que pueda realizar pruebas de fertilidad a sus toros la respuesta fue la siguiente (Tabla 7).

*Tabla 7.* Pruebas de fertilidad en toros.

<i>Clase</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. acum.</i>
1	No	101	0,2837	101	0,2837
2	Si	255	0,7163	356	1,0000

A pesar que es una prueba que no se realiza de forma rutinaria, si existe un deseo por parte de los ganaderos de tener la alternativa de poder realizar pruebas de fertilidad a sus toros. 72 % están de acuerdo en tener acceso a esta prueba (Figura 5).



*Figura 5. Prueba de fertilidad en toros.*

Con respecto a la calidad de las pajillas que poseen los ganaderos en sus termos de inseminación artificial, el 56 % de los ganaderos desean que éstas puedan ser revisadas. Un mal manejo del termo en las haciendas, o una técnica mal utilizada de inseminación artificial, puede llevar al deterioro de las pajillas lo que lleva a bajos índices de preñez. Cuando hay duda sobre la calidad de las pajillas, éstas se pueden revisar para verificar su calidad (Tabla 8).

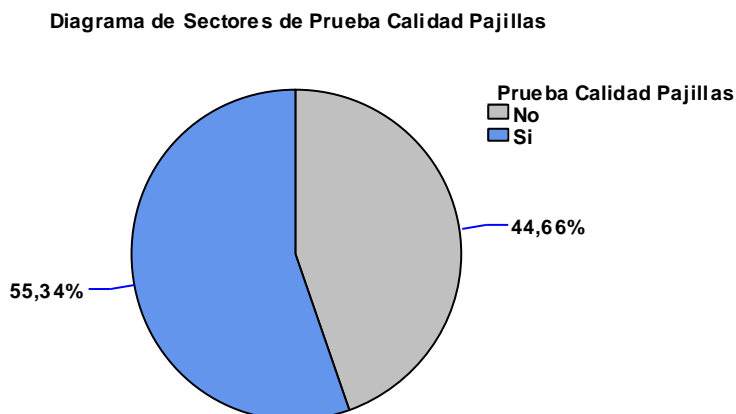
*Tabla 8. Calidad de pajillas.*

<i>Clase</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. acum.</i>
1	No	159	0,4466	159	0,4466
2	Si	197	0,5534	356	1,0000

Ganaderos que utilizan la monta natural, en la encuesta pidieron poder realizar pruebas de calidad de pajillas. La explicación a esto es que algunos han incursionado en



programas de inseminación artificial con pobres resultados. Ellos desearían tecnificarse pero dudan de la calidad de las pajillas que se encuentran en el mercado. La figura 6 enseña el deseo de poder realizar estas pruebas.



*Figura 6.* Calidad de pajillas.

Existen ganaderos en la región que poseen toros de alta genética y a los cuales les congelan semen, como una forma de conservar su genética y también, en algunos casos, como un modelo de negocio. La congelación del semen es realizada por médicos veterinarios que realizan este procedimiento sin las condiciones adecuadas. Por este motivo, que en el campo se encuentra semen nacional de calidad variable.

Cuando se les pregunta a los ganaderos por el deseo de acceder a un laboratorio que congele semen a sus animales con unos estándares de alta calidad, la respuesta fue la siguiente (Tabla 9).

Tabla 9. *Tabla de frecuencia para congelación de semen.*

<i>Clase</i>	<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada</i>	<i>Frecuencia Rel. acum.</i>
1	No	237	0,6657	237	0,6657
2	Si	119	0,3343	356	1,0000

El 33 % de los ganaderos está interesado en poder acceder a un laboratorio que congele semen de sus reproductores (Figura 7). Este resultado es entendible debido a la cantidad de semen que pueden adquirir comercialmente de toros ya probados que generan un significativo mejoramiento genético.

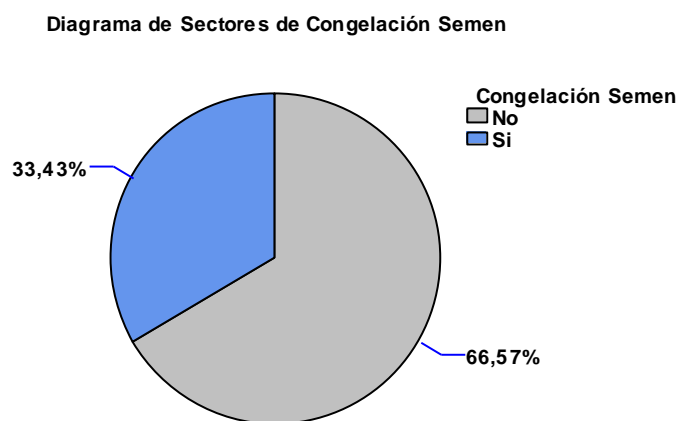


Figura 7. Diagrama de sectores de congelación de semen.

Análisis multivariado

Análisis de correspondencias múltiples

La siguiente gráfica, muestra que dos componentes son los de mayor relevancia, puesto que explican el 49,76 % de la variabilidad (Figura 8).

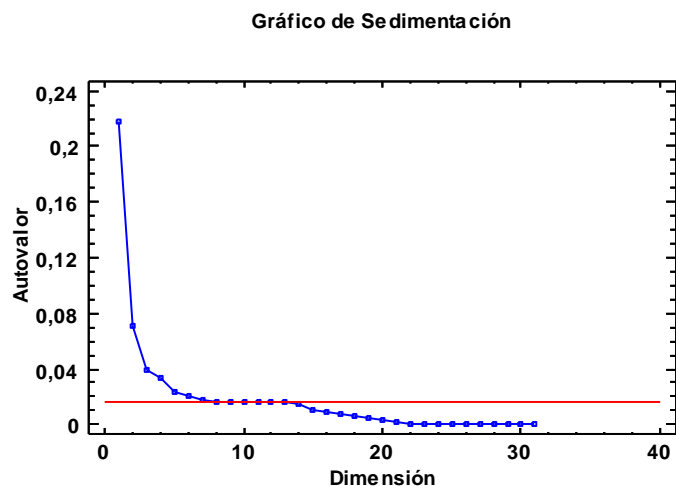


Figura 8. Gráfico de sedimentación.

Tabla 10. Contribuciones de categoría

. No.	Actividad	Calidad	Masa	Inercia	Coord	Dim #1	Contr	Coord	Dim #2	Contr
						Corr			Corr	
1	Congelación Semen.1	0,063	0,042	0,023	-0,053	0,009	0,001	-	0,054	0,010
2	Congelación Semen.2	0,063	0,083	0,011	0,027	0,009	0	0,130	0,054	0,005
3	Duda Calidad.1	0,717	0,016	0,038	0,434	0,136	0,014	-	0,581	0,180
4	Duda Calidad.2	0,878	0,022	0,056	1,148	0,878	0,132	0,897	0,001	0
5	Duda Calidad.3	0,974	0,087	0,024	-0,364	0,825	0,053	0,028	0,149	0,030
6	Duda Efectividad.1	0,214	0,032	0,027	-0,319	0,209	0,015	0,155	0,005	0,001
7	Duda Efectividad.2	0,367	0,078	0,016	-0,194	0,318	0,013	-	0,051	0,006
8	Duda Efectividad.3	0,988	0,015	0,079	1,636	0,907	0,190	0,076	0,049	0,053
9	Municipio.1	0,022	0,007	0,027	-0,195	0,018	0,001	0,490	0,081	0,001
10	Municipio.2	0,087	0,005	0,028	0,141	0,006	0	0,094	0,004	0,019
11	Municipio.3	0,031	0,006	0,026	-0,155	0,010	0,001	0,518	0,081	0,019
12	Municipio.4	0,088	0,006	0,027	-0,063	0,002	0	0,222	0,021	0,004
13	Municipio.5	0,029	0,008	0,027	-0,240	0,029	0,002	0,461	0,086	0,019
14	Municipio.6	0,120	0,003	0,029	0,201	0,007	0,001	0,017	0	0
15	Municipio.7	0,181	0,003	0,030	-0,007	0	0	-	0,114	0,027
16	Municipio.8	0,071	0,007	0,028	0,268	0,033	0,002	0,823	0,181	0,045
17	Municipio.9	0,127	0,006	0,029	-0,525	0,105	0,008	1,060	0,038	0,009
								0,287	0,021	0,005
								0,237		

18	Municipio.10	0,094	0,030	0,022	0,166	0,066	0,004	-	0,028	0,005
								0,109		
19	Municipio.11	0,074	0,011	0,031	-0,248	0,037	0,003	0,252	0,038	0,009
20	Municipio.12	0,038	0,009	0,027	-0,234	0,033	0,002	0,081	0,004	0,001
21	Municipio.13	0,166	0,018	0,026	0,339	0,135	0,009	-	0,031	0,006
								0,161		
22	Municipio.14	0,032	0,005	0,027	-0,254	0,022	0,002	0,174	0,010	0,002
23	Prueba Calidad Pajillas.1	0,492	0,069	0,020	0,263	0,417	0,022	-	0,075	0,012
								0,112		
24	Prueba Calidad Pajillas.2	0,492	0,056	0,025	-0,326	0,417	0,027	0,138	0,075	0,015
25	Prueba Fertilidad.1	0,321	0,018	0,029	0,184	0,036	0,003	-	0,286	0,067
								0,518		
26	Prueba Fertilidad.2	0,747	0,094	0,014	-0,251	0,744	0,027	0,015	0,003	0
27	Prueba Fertilidad.3	0,952	0,013	0,065	1,530	0,835	0,144	0,572	0,117	0,062
28	Prueba Fertilidad Toros.1	0,663	0,090	0,013	-0,224	0,577	0,021	0,087	0,086	0,010
29	Prueba Fertilidad Toros.2	0,663	0,035	0,034	0,565	0,577	0,052	-	0,086	0,024
								0,218		
30	Reproducción.1	0,920	0,024	0,041	0,263	0,069	0,007	-	0,851	0,286
								0,925		
31	Reproducción.2	0,988	0,015	0,079	1,636	0,907	0,190	0,490	0,081	0,053
32	Reproducción.3	0,967	0,086	0,025	-0,366	0,804	0,053	0,165	0,164	0,033

Con base en la Tabla 10, la mayor correlación se presenta en: Duda de la efectividad, Prueba de Fertilidad y Reproducción. Según el gráfico de sedimentación, estas categorías (mayores a 0,9 en la tabla) son las que más aportan a las respectivas dimensiones.

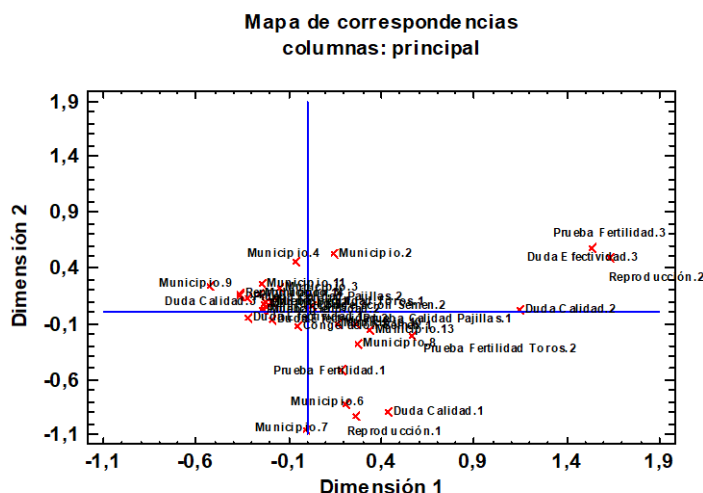


Figura 9. Mapa de correspondencias

Un factor determinante es el municipio, aunque la respuesta fue similar, se deduce que se debe ofertar el servicio del laboratorio de una manera diferente y de manera individual (Figura 9). Igualmente, este gráfico corrobora lo visto anteriormente en la tabla, dando una mayor importancia a la prueba de fertilidad, desplazando esta acción a la criopreservación del semen.

Aunque los ganaderos no realizan pruebas de fertilidad a sus toros, vemos que este parámetro está asociado muy estrechamente al tipo de reproducción y a la duda sobre la efectividad de los toros. Aunque existe preocupación por parte de los ganaderos, la

reproducción se realiza de forma tradicional y se debe realizar una sensibilización sobre la importancia de realizar pruebas de fertilidad a los toros de las ganaderías.

El análisis de mercado muestra una mayor necesidad de parte de los ganaderos de la realización de pruebas de fertilidad para los toros, superior a lo esperado que era la criopreservación del semen.

**Determinar la normatividad colombiana necesaria para el registro, reconocimiento y acreditación de un laboratorio de andrología bovino.**

Se deben seguir tres pasos que son: el registro, el reconocimiento y la acreditación.

El registro está contemplado en la Resolución 001599 del 2007 (ICA, 2007), y básicamente consiste en que todo laboratorio que se dedique al diagnóstico veterinario debe estar debidamente inscrito ante el I.C.A. para lo cual se deben adjuntar los siguientes documentos:

- a) Información básica como nombre o razón social, cédula de ciudadanía o NIT, dirección, teléfono y representación legal.
- b) También la dirección del laboratorio, con correos electrónicos, teléfono indicando si el local es propio o arrendado.
- c) Equipos del cual consta el laboratorio.

- d) Pruebas que el laboratorio está en capacidad de realizar con su metodología.
- e) Solicitar el registro para realizar diagnósticos reproductivos.
- f) Organigrama de la empresa con fecha de aprobación y firmado por el representante legal.
- g) Certificado de Cámara de Comercio sobre existencias en casa de persona jurídica o registro mercantil en caso de persona natural.
- h) Certificado que acredite la tenencia o propiedad de las instalaciones del laboratorio.
- i) Certificado de la Secretaría de Salud con el concepto sanitario del laboratorio.
- j) “Plano general de corte longitudinal y transversal a una escala 1:200 de las instalaciones indicando las diferentes áreas, flujos de procesos y de personal. Detalle en escala 1:50 referente a provisión de agua, desagües y aires cuando corresponda”.
- k) Recibo de pago al I.C.A.

El laboratorio de Andrología deberá tener inscrito a un Médico Veterinario y Zootecnista como director técnico o científico. Esta inscripción se realiza ante el I.C.A. llenando un formulario y con fotocopia de la Matrícula Profesional.

Una vez entregados los documentos, se realiza la auditoría en un plazo de 60 días.

Posteriormente, y en un plazo no mayor a 60 días hábiles, el I.C.A. expide el registro como Laboratorio de Diagnóstico Veterinario para el tipo de análisis que el laboratorio estará en capacidad de realizar. En este caso, congelación de semen bovino, pruebas de fertilidad a toros y chequeo de fertilidad a pajillas de inseminación artificial.

Este registro tiene una vigencia de 5 años y se debe solicitar la renovación 3 meses antes de su vencimiento.

Después del registro viene el reconocimiento por parte del I.C.A. por medio de la resolución 003823. Este paso requiere los siguientes documentos:

a) Solicitud escrita solicitando registrar el laboratorio con datos personales del solicitante y datos del lugar del laboratorio.

b) Certificado expedido por la Cámara de Comercio de existencia y representación legal en caso de persona jurídica o registro mercantil en caso de ser persona natural. El objeto social debe establecer que se desarrollan actividades de laboratorio de ensayo/prueba y/o diagnóstico.



c) Tener un manual de sistema de gestión como lo estipula la norma ISO/IEC 17025.

d) Soporte en documentos de programa de bioseguridad.

e) Entregar planos de las instalaciones con las áreas bien marcadas y delimitadas.

f) Concepto sanitario favorable del Ministerio de Salud y Protección Social.

g) Permiso vigente para vertimientos expedido por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER.

h) Comprobante de pago al I.C.A.

El I.C.A. tiene plazo de 30 días para la revisión de los documentos. En caso de ser rechazados, se procederá a realizar la respectiva corrección para una nueva revisión.

En caso de ser aprobados, se procederá a una auditoría con un plazo de 30 días después de la aprobación de los documentos. La respuesta a la aprobación o negación de esta auditoría se dará en un plazo de 5 días hábiles.

Si el concepto es favorable, el laboratorio queda con el reconocimiento del I.C.A. a nivel nacional.

Este reconocimiento es importante porque permite al laboratorio participar en cualquier tipo de convocatoria y acceder a recursos de diferente índole.

Posteriormente, el laboratorio se puede acreditar en alta calidad según la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO / IEC 17025 (Icontec, 2005). Esta norma técnica es la siguiente:

Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, es el organismo nacional de normalización. La Norma 17025 es una norma internacional la cual se debe cumplir para demostrar que es un laboratorio eficiente en sistemas de gestión, que es competente y que genera unos resultados técnicamente válidos.

Bajo el marco de esta norma, el laboratorio debe tener personal directivo y personal técnico y ellos deben contar con los recursos para su respectiva gestión. Este personal debe estar libre de presiones que afecten la calidad del trabajo.

Se debe garantizar la confidencialidad de los resultados los cuales se deben almacenar de manera segura ojalá por medios electrónicos.

Debe haber una persona encargada de la calidad. Esta persona debe tener acceso al más alto nivel directivo donde se toman las decisiones o en este caso, ser el mismo director del laboratorio. Normalmente, debe haber sustitutos para cada empleado, pero dado el poco

personal que labora en el laboratorio, estos van a desempeñar varias funciones y el uso de sustitutos es impracticable. Se debe hacer énfasis en que el personal sea consciente de la importancia de la calidad en el laboratorio.

Es necesario documentar los protocolos empleados en los procesos del laboratorio para garantizar la calidad de los resultados. Todos los empleados deben conocer los protocolos y estos deben estar escritos. Este sería el manual de calidad, el cual también debe tener lo siguiente:

- Compromiso de la dirección del laboratorio de la calidad de su trabajo.
- Tipo de servicio ofrecido por el laboratorio.
- El propósito del sistema de gestión que tenga que ver con la calidad.
- Todos los empleados familiarizados con los procedimientos del trabajo.
- Compromiso de la dirección del laboratorio de cumplir esta norma internacional y de estar en continua actualización para mejorar el sistema de gestión.

Este manual de calidad debe incluir todos los procedimientos técnicos. Cualquier cambio de tipo técnico o de administración, debe conservar los parámetros de calidad.

Los documentos generados por el laboratorio deben ser identificados unívocamente. Además tener la fecha de emisión, el número de páginas y numeradas de tal manera que se marque la última página y la persona autorizada para emitirlo (Anexos 3, 4 y 5).

Con respecto a los insumos, estos son muy específicos y pocas empresas están en la capacidad de ofertarlos. Se debe registrar el ingreso y revisión de los insumos.

El ganadero, que utiliza el servicio, debe conocer el laboratorio y se le debe explicar el procedimiento que se va a utilizar. Una buena comunicación es indispensable para la toma de decisiones con base en los resultados emitidos por el laboratorio. Cabe recalcar que pruebas como la de fertilidad en toros puede arrojar datos que no siempre son coherentes con el desempeño del animal. Algunos resultados generan un diagnóstico de aplazado, por lo que la prueba debe repetirse en dos o tres meses y ser el ganadero consciente de esta situación. También se debe tener un registro de quejas realizadas por los ganaderos para ser estudiadas y aplicar las acciones correctivas.

Se pueden presentar trabajos que no satisfacen los deseos del laboratorio y se denomina trabajo no conforme, en estos casos se debe informar al ganadero y llegar a un acuerdo para repetir la prueba y también revisar los pasos del procedimiento para analizar donde pudo presentarse la falla. Cuando se sospeche o se descubra la causa, se debe ejecutar una acción correctiva. A esta acción correctiva se le debe hacer un seguimiento para verificar su funcionamiento. Si se implementa esta acción correctiva como acción definitiva, se debe modificar el manual de procedimientos.

Todos los resultados producto de los procedimientos que se efectúen en el laboratorio se deben registrar ya sea en papel o de manera informática. Se destinará un tiempo para el almacenamiento de esta información de un año.

Los registros de carácter administrativo como auditorías, quejas y correctivos, también se deben almacenar pero por un período de 5 años.

Se deben efectuar auditorías internas una vez al año. Esta auditoría la debe realizar una persona especializada y ajena al laboratorio si el presupuesto así lo permite. Para este caso, el director, que a su vez es el encargado de la calidad, debe programarla y debe abarcar desde los procesos técnicos hasta el área administrativa.

Independientemente a la auditoría, se deben realizar revisiones por parte de la dirección. Estas deben ser programadas y abarcar todo el ámbito del laboratorio. Al final de dicha revisión deben quedar unas recomendaciones. Los correctivos necesarios se deben aplicar según el plazo de tiempo determinado por la dirección según el caso.

Son muchos los factores que determinan la confiabilidad de un resultado de laboratorio. Dentro de estos factores están:

- El personal
- Instalaciones y condiciones ambientales
- Validación de las técnicas

- Equipos
- Muestras
- Manipulación

El personal de campo y de laboratorio deben ser personas competentes. Preferiblemente Médicos Veterinarios o Médicos Veterinarios y Zootecnistas. La dirección se encargará de realizar actualizaciones a sus empleados.

El laboratorio debe contar con buena iluminación para la realización de sus pruebas. Se debe establecer un programa de aseo en prevención de contaminación biológica y polvo específicamente. Como se va a trabajar con semen de diferentes toros, se debe tener especial cuidado en una contaminación cruzada. Por consiguiente se trabaja una muestra a la vez. Se debe restringir el ingreso de personal ajeno al laboratorio cuando se estén procesando muestras.

Los protocolos para colecta y procesamiento del semen serán los aprobados internacionalmente y se tendrán por escrito en manuales la descripción de los métodos a usar.

Los equipos y software utilizados en el laboratorio, tienen un excelente respaldo y se determinarán unas fechas predeterminadas para su mantenimiento dependiendo de las especificaciones de dichos equipos. El equipo de trabajo en campo, electroeyaculador, debe tener un manejo especial. Es el único equipo que sale del laboratorio. Se debe verificar la

carga de su batería y requiere unas condiciones de aseo mayores. Cuando alguno de los equipos genere resultados dudosos, estos se deben retirar del proceso y solo volverán cuando se hayan reparado o calibrado.

Para el muestreo las condiciones cambian. Para pruebas de fertilidad en toros y colecta de semen para congelación, el técnico deberá desplazarse hasta la hacienda. Una vez colectada la muestra, esta será llevada al laboratorio para su respectiva evaluación. Para analizar la calidad del semen en pajillas o minipajillas congeladas, estas deben ser llevadas por el ganadero en un termo con nitrógeno líquido al laboratorio, donde se realizarán las pruebas.

El laboratorio, realizando un trabajo de investigación, puede desarrollar técnicas nuevas para la realización de las pruebas anteriores. Estas deben ser validadas teniendo en cuenta muchos factores tales como resultados con el método tradicional, comparación entre laboratorios y variables que puedan influir en el resultado. Una vez validada la prueba se debe incluir en las normas generales del laboratorio. En el caso del software utilizado en el laboratorio, este se considera validado cuando es de uso comercial.

Al momento de la toma del semen por parte del técnico del laboratorio, se debe llenar un formato con la información básica que debe tener lo siguiente:

- Fecha de la colecta
- Nombre ganadero

- Nombre de la hacienda y ubicación
- Método de colecta del semen
- Objetivo de la colecta (Prueba de fertilidad o congelación)

El semen para congelación se transporta al laboratorio y debe ser procesado el mismo día si llega en la mañana o al día siguiente si llega en la tarde. La muestra se debe mezclar con un diluyente comercial en proporción 1:1 y dejar mínimo 5 horas y media en refrigeración para su estabilización. El semen para prueba de fertilidad se procesa apenas llegue al laboratorio.

El informe final para el ganadero debe entregarse en papel con numeración de página y número total de páginas. Debe estar indicado en el documento que este no se debe reproducir sin la aprobación escrita del laboratorio.

### **Realizar un análisis económico sobre el funcionamiento de un laboratorio de andrología bovino**

Se debe realizar una inversión inicial en equipos los cuales se encuentran detallados en la Tabla 11. Se encuentra registrado el valor unitario y total y la cantidad necesaria para el funcionamiento normal del laboratorio.



Tabla 11. *Inversión inicial*

<b>Cantidad</b>	<b>Producto</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Fotómetro SMD6	\$ 20.845.000,00	\$ 20.845.000,00
1	pHmetro portátil para pH y temperatura	\$ 2.089.000,00	\$ 2.089.000,00
1	Microscopio de contraste de fases MBL 2000 calefaccionado con cámara y monitor	\$ 18.781.000,00	\$ 18.781.000,00
1	AHDR impresora automática de pajillas para semen	\$ 31.187.000,00	\$ 31.187.000,00
1	SFS Sistema semi-automático de envasado y sellado de pajillas	\$ 30.236.000,00	\$ 30.236.000,00
1	Unidad de congelación de 90 pajillas de 0,5 cc o 0,25 cc	\$ 3.031.000,00	\$ 3.031.000,00
1	Balanza de laboratorio	\$ 2.667.000,00	\$ 2.667.000,00
1	Baño serológico referencia AP0	\$ 1.624.000,00	\$ 1.624.000,00
1	Regulador de voltaje 3000va Copyline 3kva	\$ 135.000,00	\$ 135.000,00
3	Pipetas de volumen variable	\$ 549.000,00	\$ 1.647.000,00
3	Puntas para pipetas	\$ 56.000,00	\$ 168.000,00
1	Termo de 34 litros MVE xc 34/18	\$ 4.950.000,00	\$ 4.950.000,00
1	Termo descongelador plástico con termómetro y tarjeta digital	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00
3	Beaker x 100	\$ 14.600,00	\$ 43.800,00
1	Electroeyaculador	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00
1	Cinta para medir circunferencia escrotal	\$ 23.000,00	\$ 23.000,00
1	Nevera	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
			\$ 0,00
<b>Total</b>			<b>\$ 122.481.800,00</b>

Tabla 12. *Presentación y costo de los insumos.*

Productos	Valor	Presentación (g, l, un)
Eosina G. Solución al 2 %	\$ 90.000,00	50 ml
Nigrosina al 4 %	\$ 95.000,00	50 ml
Triladyl 250 g	\$ 95.000,00	250 g
Pajillas 0,5 cc	\$ 328.000,00	2.500 x bolsa
Portaobjetos	\$ 8.500,00	Caja x 50
Laminillas cubreobjetos	\$ 7.500,00	Caja x 100

La Tabla 12 muestra los insumos necesarios para los procedimientos que realizaría el laboratorio. Los valores de equipos e insumos fueron suministrados por Anditécnica de Medellín, distribuidores exclusivos de la marca Minitube, marca alemana líder en el mercado. Anditécnica es distribuidor exclusivo de esta marca en Colombia.

Se determinó la cantidad y valor de los insumos necesarios para cada prueba que efectuará el laboratorio. Cada colecta puede dar un número variable de pajillas cuando estas se van a congelar para su uso en programas de inseminación artificial. Se tuvo en cuenta un promedio de 150 pajillas por colecta. Así mismo, para este análisis, se hizo el cálculo utilizando un sobre del diluyente por colecta. En condiciones normales se utiliza solo lo necesario y el resto se puede congelar y ser utilizado en otra colecta.

Los costos de los insumos fueron los siguientes:

Para colecta y congelación del semen ciento cincuenta mil pesos (\$150.000.00), lo que equivale a mil pesos (\$1.000.00) por pajilla. Para la prueba de fertilidad y chequeo de pajillas ya congeladas ubicadas en un termo se necesita un portaobjetos y un cubreobjetos. En el caso de la

prueba de fertilidad también una gota de colorante. Esto nos deja un costo en insumos de doscientos cincuenta pesos (\$250.00) para prueba de fertilidad y doscientos cuarenta y cinco (\$245.00) para chequeo de pajillas de un termo.

En la Tabla 13 y la Tabla 14 se realizó una proyección a 10 años de los insumos a utilizar, haciendo una proyección sobre las pruebas a realizar y un aumento cada año del 5 % de incremento en el valor de los insumos. Este 5 % se tomó con base en el promedio del incremento del salario mínimo del 2010 al 2017 (“Histórico del salario mínimo en Colombia 2007 - 2018,” n.d.).

La mano de obra necesaria para el funcionamiento del laboratorio es el de una auxiliar que permanece en el laboratorio y un médico veterinario o médico veterinario zootecnista para el trabajo de campo y laboratorio. El salario se presenta en la Tabla 15.

La mano de obra directa mes a mes y durante diez años se observa en la Tabla 16 y Tabla 17. Se tuvo en cuenta también un incremento del 5 % anual.

En la Tabla 18 y Tabla 19 se observan los costos indirectos a 10 años. Se observan dos resultados, con depreciación y sin depreciación, esto con el fin de poder determinar el flujo de caja que resulta sin la depreciación.

Tabla 13. *Costo insumo Año 1 a Año 5*

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos
Pajillas a congelar (Colectas)	6	\$ 900.00	8	\$ 1.207.500	12	\$ 1.901.812	12	\$ 1.996.902	12	\$ 2.096.747
Pruebas de fertilidad	240	\$ 60.00	270	\$ 67.51	300	\$ 76.43	330	\$ 88.28	360	\$ 101.12
Pajillas a revisar	5	\$ 1.23	10	\$ 2.46	20	\$ 5.55	20	\$ 5.83	20	\$ 6.12
Total		\$ 961.23		\$ 1.277.475		\$ 1.983.791		\$ 2.091.004		\$ 2.203.980

Tabla 14. *Costo insumo Año 6 a Año 10*

	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos	Cant.	Costo Insumos
Pajillas a congelar (Colectas)	12	\$ 2.201.584	12	\$ 2.311.663	12	\$ 2.427.246	12	\$ 2.548.608	12	\$ 2.676.038
Pruebas de fertilidad	390	\$ 115.02	420	\$ 130.06	450	\$ 146.32	480	\$ 163.88	510	\$ 182.82
Pajillas a revisar	20	\$ 6.42	20	\$ 6.74	20	\$ 7.08	20	\$ 7.43	20	\$ 7.80
Total		\$ 2.323.025		\$ 2.448.466		\$ 2.580.643		\$ 2.719.917		\$ 2.866.666

Tabla 15. *Salario base*

	Auxiliar	Profesional
Salario Mínimo Legal Vigente	\$ 781.242,00	\$ 1.700.000,00
Prestaciones Sociales	0,5184	0,5184
Auxilio de Transporte (< ó = a 2 smlv)	\$ 88.211,00	

Tabla 16. *Mano de obra directa Año 1 a Año 5*

Cargo	No	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
		Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año
Auxiliar de laboratorio	1	\$1.320.177	\$15.842.129	\$1.386.186	\$16.634.236	\$1.455.496	\$17.465.947	\$1.528.270	\$18.339.245	\$1.604.684	\$19.256.207
Médico Veterinario Zootecnista	1	\$2.581.280	\$30.975.360	\$2.710.344	\$32.524.128	\$2.845.861	\$34.150.334	\$2.988.154	\$35.857.851	\$3.137.562	\$37.650.744
<b>Total Mod. Anual</b>			<b>\$46.817.489</b>		<b>\$49.158.364</b>		<b>\$51.616.282</b>		<b>\$54.197.096</b>		<b>\$56.906.951</b>

Tabla 17. *Mano de obra directa Año 6 a Año 10*

Cargo	No.	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
		Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año	Salario Mes	Salario Año
Auxiliar de laboratorio	1	\$1.684.918	\$20.219.017	\$1.769.164	\$21.229.968	\$1.857.622	\$22.291.467	\$1.950.503	\$23.406.040	\$2.048.029	\$24.576.342
Médico Veterinario Zootecnista	1	\$3.294.440	\$39.533.281	\$3.459.162	\$41.509.945	\$3.632.120	\$43.585.442	\$3.813.726	\$45.764.714	\$4.004.412	\$48.052.950
<b>Total Mod. Anual</b>			<b>\$59.752.298</b>		<b>\$62.739.913</b>		<b>\$65.876.909</b>		<b>\$69.170.754</b>		<b>\$72.629.292</b>

Tabla 18. *Costos indirectos Año 1 a Año 5*

Concepto	Año 1		Año 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual
Arrendamiento	\$2.000.000	\$24.000.000	\$2.000.000	\$24.000.000	\$2.205.000	\$26.460.000	\$2.315.250	\$27.783.000	\$2.431.012	\$29.172.144
Depreciación a 10 años horizontal línea recta	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184
Servicio de transporte	\$ 300.00	\$3.600.000	\$ 311.40	\$3.736.800	\$ 323.23	\$3.878.798	\$ 335.52	\$4.026.193	\$ 348.27	\$4.179.188
Servicio de mantenimiento	\$ 100.00	\$1.200.000	\$ 103.80	\$1.245.600	\$ 107.74	\$1.292.933	\$ 111.84	\$1.342.064	\$ 116.09	\$1.393.063
Menaje	\$ 10.00	\$ 120.00	\$ 10.38	\$ 124.56	\$ 10.77	\$ 129.29	\$ 11.18	\$ 134.21	\$ 11.61	\$ 139.31
Insumos para aseo	\$ 5.00	\$ 60.00	\$ 5.19	\$ 62.28	\$ 5.39	\$ 64.65	\$ 5.59	\$ 67.10	\$ 5.80	\$ 69.65
Papelería y útiles de producción	\$ 40.00	\$ 480.00	\$ 41.52	\$ 498.24	\$ 43.10	\$ 517.17	\$ 44.74	\$ 536.83	\$ 46.44	\$ 557.23
Software contable	\$ 83.33	\$ 1,000.00	\$ 86.50	\$1.037.996	\$ 89.79	\$1.077.440	\$ 93.20	\$1.118.382	\$ 96.74	\$1.160.881
Seguridad industrial por mes	\$ 8.00	\$ 96.00	\$ 8.30	\$ 99.65	\$ 8.62	\$ 103.44	\$ 8.95	\$ 107.37	\$ 9.29	\$ 111.45
Insumos de cafetería por mes	\$ 20.00	\$ 240.00	\$ 20.76	\$ 249.12	\$ 21.55	\$ 258.59	\$ 22.37	\$ 268.41	\$ 23.22	\$ 278.61
Material eléctrico por mes	\$ 10.00	\$ 120.00	\$ 10.38	\$ 124.56	\$ 10.77	\$ 129.29	\$ 11.18	\$ 134.21	\$ 11.61	\$ 139.31
Seguros por mes	\$ 167.00	\$2.004.000	\$ 173.35	\$2.080.152	\$ 179.93	\$2.159.198	\$ 186.77	\$2.241.247	\$ 193.87	\$2.326.415
Otros por mes	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Uniformes	\$ 5.00	\$ 60.00	\$ 5.19	\$ 62.28	\$ 5.39	\$ 64.65	\$ 5.59	\$ 67.10	\$ 5.80	\$ 69.65
Total Costos Indirectos	\$3.769.015	\$45.228.180	\$3.797.452	\$45.569.420	\$4.031.969	\$48.383.627	\$4.172.858	\$50.074.294	\$4.320.423	\$51.845.076
Costos sin depreciación		\$32.979.996		\$ 33.321.236		\$36.135.443		\$37.826.110		\$39.596.892

Tabla 19. *Costos indirectos Año 6 a Año 10*

Concepto	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual
Arrendamiento	\$2.552.562	\$30.630.744	\$2.680.190	\$32.162.280	\$2.814.200	\$33.770.400	\$2.954.910	\$35.458.920	\$3.102.655	\$37.231.860
Depreciación a 10 años horizontal línea recta	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184
Servicio de transporte	\$361.50	\$4.337.997	\$375.24	\$4.502.841	\$389.50	\$4.673.949	\$404.30	\$4.851.559	\$ 419.66	\$5.035.918
Servicio de mantenimiento	\$120.50	\$1.445.999	\$125.08	\$1.500.947	\$129.83	\$1.557.983	\$134.77	\$1.617.186	\$ 139.89	\$1.678.639
Menaje	\$ 12.05	\$144.60	\$12.51	\$150.10	\$12.98	\$155.80	\$13.48	\$ 161.72	\$ 13.99	\$ 167.86
Insumos para aseo	\$ 6.03	\$72.30	\$6.25	\$75.05	\$6.49	\$77.90	\$6.74	\$ 80.86	\$ 6.99	\$ 83.93
Papelería y útiles de producción	\$48.20	\$578.40	\$50.03	\$600.38	\$51.93	\$623.19	\$53.91	\$ 646.88	\$ 55.96	\$ 671.46
Software contable	\$100.42	\$1.204.994	\$104.23	\$1.250.784	\$108.19	\$1.298.314	\$112.30	\$1.347.650	\$ 116.57	\$1.398.861
Seguridad industrial por mes	\$9.64	\$115.68	\$10.01	\$120.08	\$10.39	\$124.64	\$10.78	\$ 129.38	\$ 11.19	\$ 134.29
Insumos de cafetería por mes	\$24.10	\$289.20	\$25.02	\$300.19	\$25.97	\$311.60	\$26.95	\$ 323.44	\$ 27.98	\$ 335.73
Material eléctrico por mes	\$12.05	\$144.60	\$12.51	\$150.10	\$12.98	\$155.80	\$13.48	\$ 161.72	\$ 13.99	\$ 167.86
Seguros por mes	\$201.24	\$2.414.818	\$208.88	\$2.506.582	\$216.82	\$2.601.832	\$225.06	\$2.700.701	\$ 233.61	\$2.803.328
Otros por mes	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Uniformes	\$6.03	\$72.30	\$6.25	\$75.05	\$6.49	\$77.90	\$6.74	\$ 80.86	\$ 6.99	\$ 83.93
Total Costos Indirectos	\$4.474.985	\$53.699.816	\$4.636.879	\$55.642.546	\$4.806.457	\$57.677.485	\$4.984.087	\$59.809.043	\$5.170.155	\$62.041.857
Costos sin depreciación		\$41.451.632		\$43.394.362		\$45.429.301		\$47.560.859		\$49.793.673

Para los valores de la anterior tabla también se tuvo en cuenta un incremento anual del 5 %.

Los costos totales que son la suma de los costos fijos, la mano de obra y los insumos, se observan a continuación (Tabla 20)

Tabla 20. *Costos totales*

	Fijos	Mano de Obra	Insumos	Total
Costos año 1	\$ 32.979.996	\$ 46.817.489	\$ 961.225	\$ 80.758.710
Costos año 2	\$ 34.521.236	\$ 49.158.364	\$ 1.277.475	\$ 84.957.075
Costos año 3	\$ 36.135.443	\$ 51.616.282	\$ 1.983.791	\$ 89.735.516
Costos año 4	\$ 37.826.110	\$ 54.197.096	\$ 2.091.004	\$ 94.114.210
Costos año 5	\$ 39.596.892	\$ 56.906.951	\$ 2.203.980	\$ 98.707.823
Costos año 6	\$ 41.451.632	\$ 59.752.298	\$ 2.323.025	\$ 103.526.955
Costos año 7	\$ 43.394.362	\$ 62.739.913	\$ 2.448.466	\$ 108.582.741
Costos año 8	\$ 49.429.301	\$ 65.876.909	\$ 2.580.643	\$ 117.886.853
Costos año 9	\$ 47.560.859	\$ 69.170.754	\$ 2.719.917	\$ 119.451.530
Costos año 10	\$ 49.793.673	\$ 72.629.292	\$ 2.866.666	\$ 125.289.631

Todas las tablas anteriores son egresos. Ahora se mostrará en la Tabla 21 y Tabla 22 lo generado en ingresos. Se tuvo en cuenta la capacidad del laboratorio sobre todo en pruebas de fertilidad. Para las otras dos pruebas un cálculo estimado de solicitud de ellas por parte de los ganaderos



Tabla 21. *Ingresos por servicios Año 1 a Año 5*

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos
Pajillas a congelar	6	\$5.400.000	8	\$7.560.000	12	\$11.907.000	12	\$12.600.000	12	\$13.230.000,00
Pruebas de fertilidad	240	\$36.000.000	270	\$42.525.000	300	\$51.975.000	330	\$60.060.000	360	\$68.760.000,00
Pajillas a revisar	5	\$ 750.00	10	\$1.575.000	15	\$2.598.750	20	\$3.640.000	20	\$3.820.000,00
<b>Total</b>		<b>\$42.150.000</b>		<b>\$51.660.000</b>		<b>\$66.480.750</b>		<b>\$76.300.000</b>		<b>\$85.810.000,00</b>

Tabla 22. *Ingresos por servicios Año 6 a Año 10*

	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos	Cantidad	Ingresos
Pajillas a congelar	12	\$ 13.896.000	12	\$ 14.580.000	12	\$ 15.300.000	12	\$ 16.020.000	12	\$ 16.830.000
Pruebas de fertilidad	390	\$ 78.000.000	420	\$ 88.200.000	450	\$ 99.225.000	480	\$ 111.360.000	510	\$ 124.440.000
Pajillas a revisar	20	\$ 4.000.000	20	\$ 4.200.000	20	\$ 4.410.000	20	\$ 4.640.000	20	\$ 4.880.000
<b>Total</b>		<b>\$ 95.896.000</b>		<b>\$ 106.980.000</b>		<b>\$ 118.935.000</b>		<b>\$ 132.020.000</b>		<b>\$ 146.150.000</b>

Con la información anterior, el flujo de caja queda de la siguiente manera (Tabla 23).

Tabla 23. *Flujo de caja.*

Flujo neto de efectivo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversiones	-										
	\$122.481.80										
	0										
Costos y Gastos		\$80.758.7	\$84.957.0	\$89.735.5	\$94.114.2	\$98.707.8	\$103.526.	\$108.582.	\$117.886.	\$119.451.	\$125.289.
		10	75	16	10	23	955	741	853	530	631
Total egresos		-\$	-\$	-\$	-\$	\$	-\$	-\$	-\$	-\$	-\$
		80,758,71	84,957,07	89,735,51	94,114,21	98,707,82	103,526,9	108,582,7	117,886,8	119,451,5	125,289,6
		0	5	6	0	3	55	41	53	30	31
Total ingresos		\$42.150.0	\$51.660.0	\$66.480.7	\$76.300.0	\$85.810.0	\$95.896.0	\$106.980.	\$118.935.	\$132.020.	\$146.150.
		00	00	50	00	00	00	000	000	000	000
Flujo de Caja	-	-	-	-	-\$	-	-	-	-	-	-
	\$122.481.80	\$38.608.7	\$33.297.0	\$23.254.7	17,814,21	\$12.897.8	\$7.630.95	\$1,602.74	\$1.048.14	\$12.568,4	\$20.860,3
	0	10	75	66	0	23	5	1	7	70	69
Tasa Interna de Retorno	\$										
Valor	-23%										
Presente	\$214.014.53										
Neto	2,34										
Tasa de Interés de Oportunidad	10%										

Se puede observar una tasa interna de retorno (TIR) negativa (-23 %). Bajo estas condiciones, el ejercicio muestra la inviabilidad del negocio. No se recupera la inversión a pesar de presentar utilidades los últimos años.

Debido a lo poco atractivo como negocio y también teniendo en cuenta la importancia que tiene para el sector ganadero el contar con un laboratorio que pueda realizar estas pruebas, se realizó una simulación en la cual el laboratorio es administrado por una entidad sin ánimo de lucro como una universidad pública o un ente gubernamental.

El costo de la inversión inicial e insumos permanece igual. En esta simulación algunos costos indirectos son asumidos por la entidad quedando de la siguiente manera (Tabla 24 y Tabla 25).



Tabla 24. *Simulación costos indirectos Año 1 a Año 5*

Concepto	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual
Depreciación a 10 años horizontal línea recta	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184
Servicio de transporte	\$ 300.00	\$3.600.000	\$ 311.40	\$3.736.800	\$ 323.23	\$3.878.798	\$ 335.52	\$4.026.193	\$ 348.27	\$4.179.188
Servicio de mantenimiento	\$ 100.00	\$1.200.000	\$ 103.80	\$1.245.600	\$ 107.74	\$1.292.933	\$ 111.84	\$1.342.064	\$ 116.09	\$1.393.063
Menaje	\$ 10.00	\$ 120.00	\$ 10.38	\$ 124.56	\$ 10.77	\$ 129.29	\$ 11.18	\$ 134.21	\$ 11.61	\$139.31
Papelería y útiles de producción	\$ 40.00	\$ 480.00	\$ 41.52	\$ 498.24	\$ 43.10	\$ 517.17	\$ 44.74	\$ 536.83	\$ 46.44	\$557.23
Otros por mes		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Uniformes	\$ 5.00	\$ 60.00	\$ 5.19	\$ 62.28	\$ 5.39	\$ 64.65	\$ 5.59	\$ 67.10	\$ 5.80	\$69.65
Total Costos Indirectos	\$1.475.682		\$1.492.972	\$17.915.664	\$1.510.919		\$1.529.548		\$1.548.885	
Costos sin depreciación		\$17.708.184		\$5.667.480		\$18.131.028		\$18.354.576		\$18.586.619
		\$5.460.000				\$5.882.844		\$6.106.392		\$6.338.435

Tabla 25. *Simulación costos indirectos Año 6 a Año 10*

CONCEPTO	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Anual
Depreciación a 10 años horizontal línea recta	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184	\$1.020.682	\$12.248.184
Servicio de transporte	\$ 361.50	\$4.337.997	\$ 375.24	\$4.502.841	\$ 389.50	\$4.673.949	\$ 404.30	\$4.851.559	\$ 419.66	\$5.035.918
Servicio de mantenimiento	\$ 120.50	\$1.445.999	\$ 125.08	\$1.500.947	\$ 129.83	\$1.557.983	\$ 134.77	\$1.617.186	\$ 139.89	\$1.678.639
Menaje	\$ 12.05	\$ 144.60	\$ 12.51	\$ 150.10	\$ 12.98	\$ 155.80	\$ 13.48	\$ 161.72	\$ 13.99	\$ 167.86
Papelería y útiles de producción	\$ 48.20	\$ 578.40	\$ 50.03	\$ 600.38	\$ 51.93	\$ 623.19	\$ 53.91	\$ 646.88	\$ 55.96	\$ 671.46
Otros por mes	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Uniformes	\$ 6.03	\$ 72.30	\$ 6.25	\$ 75.05	\$ 6.49	\$ 77.90	\$ 6.74	\$ 80.86	\$ 6.99	\$ 83.93
Total Costos Indirectos	\$1.568.957	\$18.827.480	\$1.589.791	\$19.077.493	\$1.611.417	\$19.337.007	\$1.633.865	\$19.606.382	\$1.657.166	\$19.885.994
Costos sin depreciación		\$6.579.296		\$6.829.309		\$7.088.823		\$7.358.198		\$7.637.810

Se presenta una gran disminución de los costos indirectos gracias al no pago de ítems como arriendo, servicios, seguros, etc.

Los costos totales quedarían a 10 años de la siguiente manera (Tabla 26).

Tabla 26. *Simulación costos totales.*

	Fijos		Mano de Obra		Insumos		Total
Costos año 1	\$	5.460.000	\$	30.975.360	\$	961.225	\$ 37.396.585
Costos año 2	\$	5.667.480	\$	32.524.128	\$	1.277.475	\$ 39.469.083
Costos año 3	\$	5.882.844	\$	34.150.334	\$	1.983.791	\$ 42.016.969
Costos año 4	\$	6.106.392	\$	35.857.851	\$	2.091.004	\$ 44.055.247
Costos año 5	\$	6.338.435	\$	37.650.744	\$	2.203.980	\$ 46.193.159
Costos año 6	\$	6.579.296	\$	39.533.281	\$	2.323.025	\$ 48.435.602
Costos año 7	\$	6.829.309	\$	41.509.945	\$	2.448.466	\$ 50.787.720
Costos año 8	\$	7.088.823	\$	43.585.442	\$	2.580.643	\$ 53.254.908
Costos año 9	\$	7.358.198	\$	45.764.714	\$	2.719.917	\$ 55.842.829
Costos año 10	\$	7.637.810	\$	48.052.950	\$	2.866.666	\$ 58.557.426

La mano de obra también disminuye al aportar la entidad el auxiliar de laboratorio. El profesional de campo estará a cargo del laboratorio.

La Tabla 26 presenta unos costos de la siguiente manera. Los insumos quedarían igual. Los costos indirectos tendrían una baja sustancial. La mano de obra queda con un solo profesional, el profesional de campo.

El flujo neto de efectivo bajo esta simulación está representado en la Tabla 27.

Tabla 27. *Simulación flujo neto de efectivo.*

Flujo neto de efectivo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversiones	-\$122.481.800										
Costos y Gastos		\$37.396.585	\$39.469.083	\$42.016.969	\$44.055.247	\$46.193.159	\$48.435.602	\$50.787.720	\$53.254.908	\$55.842.829	\$58.557.426
Total egresos		-\$37.396.585	-\$39.469.083	-\$42.016.969	-\$44.055.247	-\$46.193.159	-\$48.435.602	-\$50.787.720	-\$53.254.908	-\$55.842.829	-\$58.557.426
Total ingresos		\$42.150.000	\$51.660.000	\$66.480.750	\$76.300.000	\$85.810.000	\$95.896.000	\$106.980.000	\$118.935.000	\$132.020.000	\$146.150.000
Flujo de Caja	-\$122.481.800	\$4.753.415	\$12.190.917	\$24.463.781	\$32.244.753	\$39.616.841	\$47.460.398	\$56.192.280	\$65.680.092	\$76.177.171	\$87.592.574
Tasa Interna de Retorno	22%										
Valor Presente Neto	\$109.260.382,23										
Tasa de Interés de Oportunidad	10%										

Con este cambio de condiciones, el flujo neto de efectivo cambia de una manera drástica. Ya vemos una TIR positiva (22 %). Cabe anotar, que este cambio drástico en la TIR, se debe a que muchos de los costos que impactan directamente en las utilidades, son subsidiados. Por consiguiente, esta simulación aplica para una entidad sin ánimo de lucro que desee prestar el servicio como aporte al campo del área de influencia

## **7. Conclusiones**

Aunque el análisis de mercado señala la importancia del chequeo de fertilidad a los toros, los ganaderos no utilizan esta práctica como parte de la rutina. Desplaza a la congelación de semen como el examen de laboratorio más importante a realizar en el laboratorio de andrología.

Se debe registrar el laboratorio ante el I.C.A. según la Resolución 001599 del 2007. Este es el paso necesario para su funcionamiento. Existen pasos adicionales como la acreditación en alta calidad la cual toma más tiempo y depende del éxito obtenido por el laboratorio.

El laboratorio de andrología, como unidad de negocio para un particular, no es rentable. Debido a esto es que se presenta una alta informalidad en la realización de estas pruebas por parte de los profesionales del sector.

Una entidad pública como una Universidad o un ente gubernamental, podrían desarrollar este proyecto al asumir muchos de los costos indirectos que hacen que el proyecto no sea viable bajo otras condiciones.

Un particular también podría desarrollarlo pero agregando un laboratorio para hembras. La transferencia de embriones especialmente por aspiración folicular ha ido creciendo. Un laboratorio que tenga la totalidad de los servicios tanto para macho como para hembra, haría que los costos indirectos se diluyeran y ser viable en todos los servicios ofertados.



## **8. Recomendaciones**

La apertura de varios Tratados de Libre Comercio, lleva a los ganaderos a ser más eficientes. Una manera de ser eficiente es mejorando la reproducción en los hatos. Con este horizonte quedan dos opciones. La primera es el profesional de campo que realiza las pruebas con resultados variables. O crear un Laboratorio de Andrología que vaya de la mano con los ganaderos y así atacar uno de los muchos frentes que se deben mejorar a corto y mediano plazo.

La creación de un laboratorio de andrología bovino, debe ir acompañada de una socialización municipio a municipio. Se recomienda establecer convenios con Alcaldías y Comités de Ganaderos para la realización de las pruebas de fertilidad en toros. Solo de esta manera, el laboratorio tendrá un efecto importante en la mejora de la producción bovina en la región.

Se deben dictar charlas para que el ganadero entienda la importancia de este laboratorio, porque a pesar de que hay haciendas con un buen manejo técnico, la mayoría de las ganaderías tienen manejo tradicional que no utiliza este tipo de pruebas.

Puede plantearse que parte del pago de los ganaderos por el servicio de congelación de semen se realice con pajillas. Es la manera como el laboratorio puede ir creando un banco genético con los mejores toros de la región y utilizar estas pajillas ya sea para venta, o para programas de inseminación con pequeños ganaderos (los cuales no tienen acceso a toros de alta calidad) lo cual sería de un alto impacto para la productividad de la región.


## 9. Bibliografia

- Al Naib, A., Hanrahan, J. P., Lonergan, P., & Fair, S. (2011). In vitro assessment of sperm from bulls of high and low field fertility. *Theriogenology*, 76(1), 161–7. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.10.038>
- Al-Kanaan, A., König, S., & Brügemann, K. (2015). Effects of heat stress on semen characteristics of Holstein bulls estimated on a continuous phenotypic and genetic scale. *Livestock Science*, 177, 15–24. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.04.003>
- Amann, R. P., & Waberski, D. (2014). Computer-assisted sperm analysis (CASA): capabilities and potential developments. *Theriogenology*, 81(1), 5–17.e1–3. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.004>
- Attia, S., Katila, T., & Andersson, M. (2015). The Effect of Sperm Morphology and Sire Fertility on Calving Rate of Finnish Ayrshire AI Bulls. *Reproduction in Domestic Animals = Zuchthygiene*. <http://doi.org/10.1111/rda.12645>
- Balić, I. M., Milinković-Tur, S., Samardžija, M., & Vince, S. (2012). Effect of age and environmental factors on semen quality, glutathione peroxidase activity and oxidative parameters in Simmental bulls. *Theriogenology*, 78(2), 423–31. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.02.022>
- Berry, D. P., Evans, R. D., & Mc Parland, S. (2011). Evaluation of bull fertility in dairy and beef cattle using cow field data. *Theriogenology*, 75(1), 172–81. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.08.002>
- Berry, D. P., Friggens, N. C., Lucy, M., & Roche, J. R. (2015). Milk Production and Fertility in Cattle. *Annual Review of Animal Biosciences*. <http://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111406>
- Brito, L. F. C., Althouse, G. C., Aurich, C., Chenoweth, P. J., Eilts, B. E., Love, C. C., ... Waberski, D. (2016). Andrology laboratory review: Evaluation of sperm concentration. *Theriogenology*. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.01.002>
- Chenoweth, P. J., & McPherson, F. J. (2016). Bull breeding soundness, semen evaluation and cattle productivity. *Animal Reproduction Science*. <http://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.03.001>
- Christians, J. K., King, A. Y., Rogowska, M. D., & Hessels, S. M. (2015). Pappa2 deletion in mice affects male but not female fertility. *Reproductive Biology and Endocrinology : RB&E*, 13, 109. <http://doi.org/10.1186/s12958-015-0108-y>

- Dejarnette, J. M. (2005). The effect of semen quality on reproductive efficiency. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 21(2), 409–18.  
<http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.02.011>
- Ellis, R. W., Rupp, G. P., Chenoweth, P. J., Cundiff, L. V., & Lunstra, D. D. (2005). Fertility of yearling beef bulls during mating. *Theriogenology*, 64(3), 657–78.  
<http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.05.029>
- Elsayed, M., El-Sherry, T. M., & Abdelgawad, M. (2015). Development of computer-assisted sperm analysis plugin for analyzing sperm motion in microfluidic environments using Image-J. *Theriogenology*, 84(8), 1367–77.  
<http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.07.021>
- FEDEGAN. (2015). Inventario Bovino Nacional. Retrieved from  
<http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-bovino-nacional>
- Foote, R. H. (2003). Fertility estimation: a review of past experience and future prospects. *Animal Reproduction Science*, 75(1-2), 119–139. [http://doi.org/10.1016/S0378-4320\(02\)00233-6](http://doi.org/10.1016/S0378-4320(02)00233-6)
- Hidalgo, O., Tamargo, C., & Diez, C. (2005). Analisis de semen bovino. *Www.Serida.Org*, 5. Retrieved from  
<http://www.serida.org/pdfs/1495.pdf> \n <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=1495>
- Histórico del salario mínimo en Colombia 2007 - 2018. (n.d.). Retrieved July 10, 2018, from  
<http://www.salariominimo2018.com.co/historico-del-salario-minimo-en-colombia-2007-2018/>
- ICA. (2007). Resolución No 001599. Retrieved from  
<http://www.ica.gov.co/getattachment/cb10c399-c6d6-4a0b-8432-2b314a806e35/1599.aspx>
- ICA. (2013). Nueva Resolución de laboratorios 2013R3823.pdf. Retrieved from  
<http://www.ica.gov.co/getattachment/85f354a3-f62a-4664-931b-6c2a1642aaad/2013R3823.aspx>
- Icontec. (2005). Norma Técnica Colombiana Ntc-Iso / Iec 17025 (p. 49). Retrieved from  
[https://www.invima.gov.co/images/pdf/red-nal-laboratorios/resoluciones/NTC-ISO-IEC\\_17025-2005.pdf](https://www.invima.gov.co/images/pdf/red-nal-laboratorios/resoluciones/NTC-ISO-IEC_17025-2005.pdf)
- Junta Directiva de la Asociación Colombiana de Criadores de ganado Simmental, Simbrah, S. y sus C. (2012). Reglamento para las exposiciones de las razas Simmental y Simbrah en ferias y exposiciones de carácter nacional o regional, avaladas por Asosimmental. Retrieved from  
<http://asosimmental.org/site/>

- Marquez, H. L. (2010, May 3). Factores que afectan la calidad seminal en toros. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/article/view/13860>
- Narbaiz, C. M. A. y de D. O. H. . (2011). Evaluación de toros en rodeos de cría:¿Es necesario el examen de semen? Retrieved April 23, 2016, from [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_toros/59-Evaluacion\\_toros.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_toros/59-Evaluacion_toros.pdf)
- Real academia de la lengua española. (2018). andrología | Definición de andrología - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved July 10, 2018, from <http://dle.rae.es/?id=2ac4FC0>
- Valle, A., Fuentes, A., & Puerta, M. (2005). Influencia de factores climáticos sobre las características seminales de toros Holstein y Pardo Suizo nacidos en el trópico. *Revista de la Facultad de Agronomía*. Retrieved from <http://200.74.222.178/index.php/agronomia/article/view/12131>
- Vélez-Castañeda, L., Vergara-Garay, C. R.-P., & Oscar, I. (2014). Effect of Breed on the Reproductive Traits of Bulls Managed in Extensive Systems, *XXIV*, 341–346.
- Inventario ganadero Eje Cafetero y Valle del Cauca. Fedegán. 2015. <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-bovino-nacional>.

Anexo 1. *Certificado de Cámara de Comercio de Pereira que reporta la no existencia de un laboratorio de Andrología Bovino.*

CAMARA DE COMERCIO DE PEREIRA		No 5168327
CERTIFICADO ESPECIAL		
RECUERDE VISITAR NUESTRA PAGINA WEB: <a href="http://www.camarapereira.org.co">www.camarapereira.org.co</a>		
INFORMACION: <a href="mailto:informacion@camarapereira.org.co">informacion@camarapereira.org.co</a>		
EL SUSCRITO SECRETARIO DE LA CAMARA DE COMERCIO DE PEREIRA, DEBIDAMENTE AUTORIZADO POR EL ARTICULO 89 DEL CODIGO DE COMERCIO.		
CERTIFICA		
QUE EN EL REGISTRO MERCANTIL QUE SE LLEVA EN LA CÁMARA DE COMERCIO DE PEREIRA NO APARECEN INSCRITOS NI MATRICULADOS SOCIEDADES, ESTABLECIMIENTOS, SUCURSALES O AGENCIAS CON EL NOMBRE DE LABORATORIOS DE ANDROLOGÍA BOVINA.		
*****		
ADVERTENCIA: LA PRESENTE CERTIFICACION NO IMPLICA AUTORIZACION PARA INSCRIBIR O MATRICULAR CON EL NOMBRE AQUÍ MENCIONADO.		
*****		
CERTIFICA		
DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL CODIGO DE PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO Y DE LO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO Y DE LA LEY 962 DE 2005, LOS ACTOS ADMINISTRATIVOS DE REGISTRO AQUÍ CERTIFICADOS QUEDAN EN FIRME DIEZ (10) DIAS HABILES DESPUES DE LA FECHA DE INSCRIPCION, SIEMPRE QUE NO SEAN OBJETO DE RECURSOS.		
PEREIRA, 09 DE FEBRERO DE 2018		
		
SECRETARIO CAMARA DE COMERCIO		

Anexo 2. Encuesta

Fecha: \_\_\_\_\_

¿Cuál es el tipo de reproducción que utiliza en la hacienda?

Monta natural: \_\_\_\_\_ Inseminación Artificial: \_\_\_\_\_ Ambas: \_\_\_\_\_

¿Ha dudado alguna vez de la efectividad del toro?

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

¿Ha dudado alguna vez de la calidad de las pajillas?

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

¿Efectúa pruebas de fertilidad cada año a los toros de la hacienda?

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

¿A cuál de los siguientes servicios le gustaría tener acceso de una manera rápida y oportuna? (Marque una o varias opciones)

Pruebas de fertilidad a toros: \_\_\_\_\_

Pruebas de calidad de pajillas de IA: \_\_\_\_\_

Congelación de semen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma Ganadero

\_\_\_\_\_  
Firma Encuestador

Anexo 3. *Certificado de fertilidad en toros (Elaboración propia).*

<b>CERTIFICADO DE FERTILIDAD</b>	
<b>ENTIDAD</b>	
Fecha: _____	N°: _____
Propietario: _____	
Hacienda: _____	
Municipio: _____	Vereda: _____
Identificación: _____	
Raza: _____	Edad: _____
Método de colecta:    VA: (   )	EE: (   )
<b>EVALUACIÓN DEL SEMEN</b>	
Volumen: _____	
Concentración: _____	
Motilidad masal: _____	Motilidad individual: _____
Morfología: Cabeza: _____ Pieza intermedia: _____ Flagelo: _____	
Normal: _____	
Circunferencia escrotal: _____	
<b>OBSERVACIONES:</b>	
_____	
_____	
_____	
<b>RESULTADO:</b> Satisfactorio (   )    Cuestionable (   )    No Satisfactorio (   )	
Fecha: _____	_____
	Firma

Anexo 4. *Certificado de congelación de semen (Elaboración propia).*

CERTIFICADO DE CONGELACIÓN DE SEMEN		
ENTIDAD		
Fecha: _____	Nº: _____	
Propietario: _____	Hacienda: _____	
Municipio: _____	Vereda: _____	
Identificación: _____		
Raza: _____	Edad: _____	
Método de colecta:      VA: (   )      EE: (   )		
EVALUACIÓN DEL SEMEN		
Volumen: _____		
Concentración: _____		
Espermatozoides por dosis: _____		
Morfología (%): Cabeza: _____ Pieza intermedia: _____ Flagelo: _____		
Normal: _____		
Diluyente: _____ Lote: _____ Fecha vencimiento: _____		
Volumen de diluyente: _____		
Total de dosis: _____		
OBSERVACIONES:		
_____		
_____		
Fecha: _____		
Firma		



Anexo 5. *Certificado de evaluación de semen congelado (Elaboración propia).*

CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DE SEMEN CONGELADO			
ENTIDAD			
Fecha: _____	Nº: _____		
Propietario: _____	Hacienda: _____		
Municipio: _____	Vereda: _____		
Identificación: _____			
Presentación:	Pajilla ( )	Minipajilla ( )	Otro ( )
Método de descongelado: _____			
Motilidad (%): _____			
Morfología:	Normales	(%):	_____
Concentración (Espermatozoides por dosis): _____			
OBSERVACIONES:			
_____			
_____			
RESULTADO:	Satisfactorio ( )	Cuestionable ( )	No Satisfactorio ( )
Fecha: _____	_____		
	Firma		

